

**Секция 2.** Химия и химическая технология органических веществ и материалов

исследуемым сорбентом. Показано, что при повышении температуры от 20 до 60 °С сорбционная емкость фитинового сорбента увеличивается во всем временном интервале, достигая через 180 мин значений 1,4 ммоль·г<sup>-1</sup> (степень извлечения ионов Co<sup>2+</sup> составляет 92,1 %) [3]. Представляет интерес изучение закономерностей извлечения ионов Co<sup>2+</sup> из растворов сложного ионного состава, в том числе из морской воды.

Для получения сорбента на основе производного фитиновой кислоты рисовую муку, полученную при шлифовке зерна риса, подвергали кислотному гидролизу 0,27 М соляной кислотой, раствор направляли на ультрафильтрацию. Из очищенного экстракта производное ИГФК осаждали 2,75 М гидроксидом натрия.

Опыты по сорбции проводили в статических условиях при соотношении твердой и жидкой фаз, равном 1 : 400, и температуре 20 °С из растворов хлорида кобальта на основе дистиллированной и морской воды с различными начальными концентрациями ионов Co<sup>2+</sup> в диапазоне от 0,29 до 5,0 ммоль·л<sup>-1</sup> при перемешивании на магнитной мешалке в течение 3 ч. Растворы хлорида кобальта заданной концентрации готовили растворением точных навесок CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O квалификации «ч.д.а.» (ГОСТ 4525-77) в соответствующих объемах дистиллированной и морской воды. Морскую воду, на основе которой были приготовлены растворы с различным

содержанием ионов Co<sup>2+</sup>, отбирали в Японском море в акватории Амурского залива (г. Владивосток), фильтровали через фильтр «белая лента». Концентрация ионов в морской воде, мкг·мл<sup>-1</sup>: Na<sup>+</sup> – 9228; K<sup>+</sup> – 395; Ca<sup>2+</sup> – 344; Mg<sup>2+</sup> – 1214.

Сорбционную емкость (Ас, ммоль·г<sup>-1</sup>) фитинового сорбента рассчитывали по формуле:

$$A_c = (C_{исх} - C_p)^{V/m}, \quad (1)$$

где  $C_{исх}$  – исходная концентрация ионов Co<sup>2+</sup> в растворе, ммоль·л<sup>-1</sup>;  $C_p$  – равновесная концентрация ионов Co<sup>2+</sup> в растворе, ммоль·л<sup>-1</sup>;  $V$  – объем раствора, л;  $m$  – масса сорбента, г.

Степень извлечения ионов Co<sup>2+</sup> ( $\alpha$ , %) рассчитывали по формуле:

$$\alpha = [(C_{исх} - C_p) / C_{исх}] \cdot 100 \% \quad (2)$$

В результате проведенных исследований установлено, что наличие солевого фона существенно снижает сорбционную емкость фитинового сорбента. Найдено, что степень извлечения ионов Co<sup>2+</sup> из растворов без солевого фона достигает 90,0 %, а из морской воды – не превышает 23,0 %. При извлечении ионов Co<sup>2+</sup> из морской воды величина сорбционной емкости фитинового сорбента снижается с 1,52 до 0,32 ммоль·г<sup>-1</sup>.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-2884.2017.3.

### Список литературы

1. Saburov K.A., Kamilov Kh.M. // *Chemistry of Natural Compounds*, 1989.– Vol.25.– P.695–698.
2. De Stefano C., Milea D., Porcino N., Sammartano S. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006.– Vol.54.– P.1459–1466.
3. Yarusova S.B., Makarenko N.V., Gordienko P.S., Karpenko M.A., Novikova E.S. // *Russian Journal of Physical Chemistry A.*, 2018.– Vol.92.– №3.– P.559–564.

## СИНТЕЗ 3,4-КОНДЕНСИРОВАННЫХ ТИЕНОКУМАРИНОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

А.И. Яхутина, И.О. Акчурин, А.Ю. Бочков, В.Ф. Травень  
Научный руководитель – ст. преп. И.О. Акчурин

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева  
125047, Россия, г. Москва, пл. Миусская 9, traven@muctr.ru

Синтез флуоресцентных красителей в настоящее время приобретает все большую актуальность. Конденсация кумаринов с различными пятичленными гетероциклами по лактоновому кольцу и последующее увеличение сопряжен-

ной системы позволяет получать системы с полезными хромоформными свойствами. Подобные флуорофоры могут быть использованы в качестве лазерных красителей, флуоресцентных сенсоров, меток для биохимических исследова-

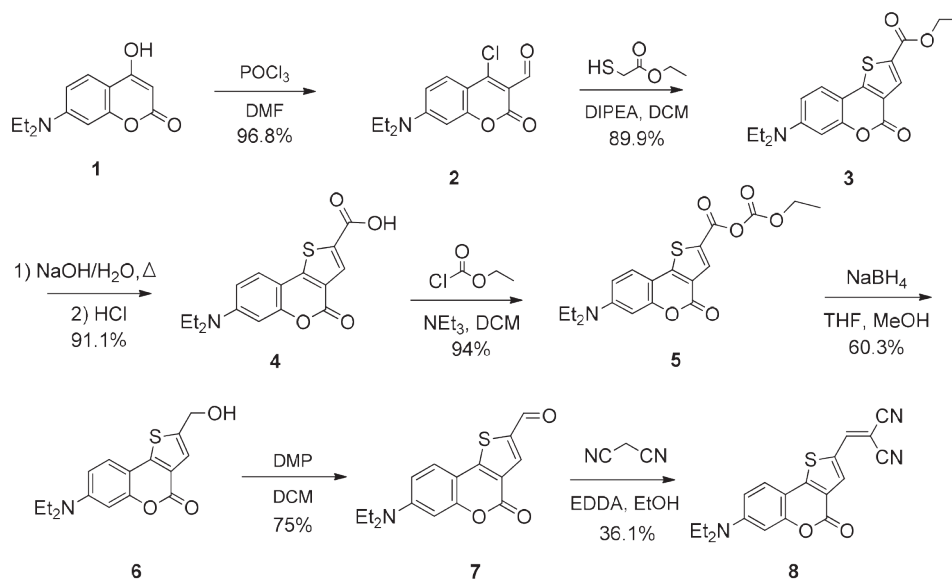


Схема 1.

Таблица 1.

Соединение	$\lambda_{\text{погл макс}}^a$ , нм	$\varepsilon (\times 10^{-4})$ , $\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$	$\lambda_{\text{фл макс}}^a$ , нм	$\Delta\lambda$ , нм	$\Phi^a$	Растворитель
7	430	3,29	459	29	0,88	PhMe
	436	3,78	493	57	0,97	DCM
	436	4,19	515	79	0,45	DMF
8	510	3,78	556	46	0,07	PhMe
	520	2,83	602	82	0,47	DCM
	514	2,43	647	133	0,31	DMF

ний [1].

Целью настоящей работы является синтез и изучение спектральных свойств производных тиено[3,2-с]кумарина, по концам которых расположены донорная и акцепторная группы (*push-pull* системы).

Для аннелирования кумаринового фрагмента по положению 3,4 с тиофеном 3-формил-4-хлор-7-диэтиламинокумарин **2** подвергают реакции с этиловым эфиром тиогликолевой кислоты. Щелочной гидролиз соединения **3** приводит к образованию кислоты **4**. Последующее восстановление кислоты **4** до спирта **6** осуществляется через смешанный ангидрид **5**. Целевой альдегид **8** получают по реакции окисления спирта **7** с использованием реагента Десс-Мартина (DMP).

С целью формирования *push-pull* системы альдегид **7** вводят в реакцию Кневенагеля с ма-

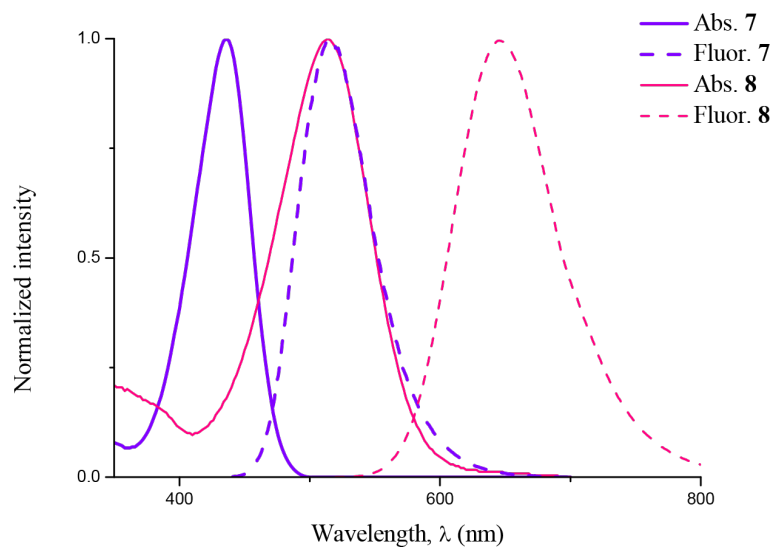


Рис. 1. Спектры поглощения и флуоресценции растворов соединений **7**, **8** в DMF

лондинитрилом в присутствии слабого основания (схема 1).

Для полученных соединений **7** и **8** были изучены спектральные свойства (таблица 1).

Спектральные данные с характерными мак-

симулами поглощения и испускания в видимой области спектра свидетельствуют об интенсивной флуоресценции и хороших квантовых выходах тиенокумаринов **7** и **8**. Очевидно, что

введение электроноакцепторной группы в тиофеновый фрагмент приводит к батохромному сдвигу и росту величины Стоксова сдвига (рис. 1).

### Список литературы

1. Richard J. A. et al. 7-Hydroxycoumarin – hemicyanine hybrids: a new class of far-red emitting fluorogenic dyes // *Organic letters*, 2008. – V.10. – №19. – P.4175–4178.

## РАЗРАБОТКА СОВМЕЩЕННОГО РЕАКЦИОННО-РЕКТИФИКАЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОКИСИ МЕЗИТИЛА ИЗ АЦЕТОНА

М.А. Яхьяев, В.С. Гутенков

Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.А. Писаренко

Московский технологический университет

Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова

119571, Россия, Москва, yakhyaev2008@mail.ru

### Введение

Окись мезитила является важным компонентом в химической технологии. Она находит применение в производстве фармацевтических препаратов и в качестве растворителя. Также окись мезитила используют в качестве реагента для производства метилизобутилкетона [1]. В связи с ростом на спрос окиси мезитила, развитие и улучшение технологий производства является актуальной задачей. Использование совмещенного реакционно-ректификационного процесса при производстве окиси мезитила значительно увеличивает конверсию процесса и скорость реакции за счет вывода продукта из реакционной зоны. Для выбора условий проведения совмещенного процесса необходимо подробно исследовать физико-химические основы превращения ацетона в окись мезитила.

### Теоретическая часть

Создание более экологически безопасных и экономически выгодных технологий привело к внедрению в промышленность совмещенных процессов. Это связано с тем, что в совмещенных процессах по сравнению с традиционным последовательным способом, блок химического превращения и блок разделения объединены в один аппарат [2]. Размещение реакционной зоны в разделительном аппарате создает благо-

приятные условия для протекания целевой химической реакции и подавления побочных, что позволяет увеличить селективность и степень конверсии реагентов в ряде случаев практически до 100% [1, 3]. В качестве примеров совмещенных процессов в промышленности можно привести процессы получения сложных эфиров уксусной кислоты, простых эфиров и обессеривания нефтяных фракции и др. [4, 5]. Современным методом разработки реакционно-ректификационных процессов является анализ статики, позволяющий выделить предельные стационарные состояния, соответствующие максимальному выходу целевого продукта. Следующим этапом разработки совмещенного процесса является вычислительный эксперимент.

### Методика эксперимента

Вычислительный эксперимент для проведения совмещенного процесса состоит из нескольких этапов:

1. Выбор модели и подбор параметров, описывающих фазовое равновесие.
2. Выбор и оценку параметров кинетической модели.
3. Анализ статики, как метод разработки совмещенного процесса.
4. Математическое моделирование совмещенного процесса с целью оценки возможности